

Karl Björk

Formler och tabeller för mekanisk konstruktion



STORHETER och MÄTTENHETER

utdrag ur Internationella enhetssystemet SI, *Système International d'unités*

Grundstorhet		Grundenhet		Definition
Benämning	Beteckning	Benämning	Beteckning	
1	Längd	L	meter m	En meter är längden av den sträcka som ljuset tillryggaläger i tomrum under tiden 1/299792458 sekund.
2	Massa	m	kilogram kg	1 kilogram är enheten för massa, = massan av den internationella kilogramprototypen.
3	Tid	t	sekund s	En sekund är varaktigheten av 9192631770 perioder av den strålning som motsvarar övergången mellan de två hyperfinnivåerna hos atomen cesium 133.
4	Elström	I	ampere A	En ampere är storleken av den konstanta elektriska ström som då den genomflyter två parallella raka ledare med oändlig längd och försumbart cirkulärt tvärsnitt och placerade på en meters avstånd från varandra i tomrum, mellan dessa ledare åstadkommer en kraft lika med $2 \cdot 10^{-7}$ newton per meter ledare.
5	Termodynamisk temp.	T	kelvin K	En kelvin är bråkdelen 1/273,16 av den termodynamiska temperaturen vid vattnets trippelpunkt.
6	Substansmängd	n	mol mol	En mol är substansmängden i ett system innehållande lika många systemelement som det finns atomer i 0,012 kilogram kol12. När enheten används, bör systemelementen specificeras. Det kan vara atomer, molekyler, joner, elektroner, andra partiklar eller specificerade grupper av sådana partiklar.
7	Ljusstyrka	I	candela cd	En candela är ljusstyrkan i en given riktning från en källa, som utsänder monokromatisk strålning med frekvensen $540 \cdot 10^{12}$ hertz och vars strålningsstyrka i denna riktning är 1/683 watt per steradian.

Supplement storhet		Supplement enhet		Definition
Benämning	Beteckning	Benämning	Beteckning	
Plan vinkel		radian	rad	En radian är storleken av den plana vinkel mellan två radier i en cirkel vilka på periferin skär av en båge med radiens längd. Enheten radian betecknas rad.
Rymd vinkel		steradian	sr	En steradian är storleken av rymdvinkeln hos en kon som har sin spets i centrum av en sfär och av sfärens yta skär av ett stycke med en area lika med arean av en kvadrat vars sida har samma längd som sfärens radie.

Härledda enheter, med särskilda namn

Storhet		Enhet		Uttryckt i;	
Benämning	Beteckning	Benämning	Beteckning	SI-enheter	grund eller supplement enheter
frekvens	f, v	hertz	Hz		s ⁻¹
kraft	F	newton	N		m·kg·s ⁻²
tryck, mek. spänning	p	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ²	m ⁻¹ ·kg·s ⁻²
energi	W	joule	J	1 J = 1 N·m	m ² ·kg·s ⁻²
effekt	P	watt	W	1 W = 1 J/s	m ² ·kg·s ⁻³
laddning	Q	coulomb	C		s·A
el potential	U, V	volt	V	1 V = 1 W/A	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻¹
kapacitans	C	farad	F	1 F = 1 C/V	m ² ·kg ⁻¹ ·s ⁴ ·A ²
resistans	R	ohm	W	1 W = 1 V/A	m ² ·kg·s ⁻³ ·A ⁻²
konduktans	G	siemens	S	1 S = 1 A/V	m ² ·kg ⁻¹ ·s ³ ·A ²
magn. flöde	φ	weber	Wb	1 Wb = 1 V·s	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻¹
magnetisk flödestäthet	B	tesla	T	1 T = 1 Wb/m ²	kg·s ⁻² ·A ⁻¹
induktans	L	henry	H	1 H = 1 Wb/A	m ² ·kg·s ⁻² ·A ⁻²
celsius temperatur	t	grad Celsius	°C	1°C = 1 K (gäller temperaturredifferans)	
ljusflöde	φ	lumen	lm		cd·sr
belysning	E	lux	lx	1 lx = 1 lm/m ²	cd·sr/m ²
aktivitet	A	becquerel	Bq	(inom radiologi)	s ⁻¹
absorb.dos	D	gray	Gy	1 Gy = 1 J/kg	m ² ·s ⁻²
dosekivalent		sievert	Sv	1 Sv = 1 J/kg	m ² ·s ⁻²

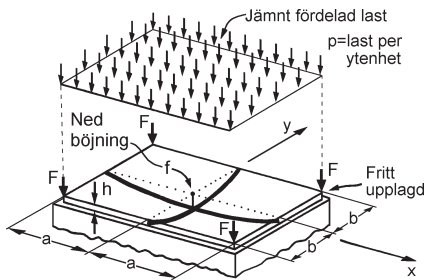
Härledda enheter, övriga

Storhet	Enhet	grund, suppl. enheter	Vanliga multipler och några samband
Benämning	Beteckning	Beteckning	
hastighet	v	m/s	m·s ⁻¹ 1 km/h = 0,278 m/s 1 knop = 1,852 km/h
acceleration	a	m/s ²	m·s ⁻² tyngdacceleration g = 9,8186 m/s ² i Sthlm
vinkelhastighet	ω	rad/s	s ⁻¹ ·rad ω = $\frac{d\phi}{dt} = \frac{\pi \cdot n}{30}$ (n i r/min)
vinkelacceleration	α	rad/s ²	s ⁻² ·rad α = dω/dt
densitet	ρ	kg/m ³	m ⁻³ ·kg 1 g/cm ³ = 1 g/ml = 1000 kg/m ³
kraftmoment	M	N m	m ² ·kg·s ⁻² 1 kpm = 9,81 Nm
tyngd	G	N	m·kg·s ⁻² G = m·g
rörelsemängd	p	kgm/s	m·kg·s ⁻¹ p = m·v linear momentum
stötimpuls, impuls	I	Ns	m·kg·s ⁻¹ I = ∫F·dt = m(v-v ₀)
masströghetsmoment	J	kgm ²	m ² ·kg J = ∫r ² ·dm mass moment of inertia
rörelsemängds moment	L	kgm ² /s	m ² ·kg·s ⁻¹ L = J·ω angular momentum
vridimpuls, impulsmoment	H	Nms	m ² ·kg·s ⁻¹ H = ∫M·dt = J(ω-ω ₀)
axiellt yttröghetsmoment	I	m ⁴	m ⁴ 1 mm ⁴ = 10 ⁻¹² m ⁴ 1 cm ⁴ = 10 ⁻⁸ m ⁴
tvärsnitts-motstånd	W	m ³	m ³ 1 mm ³ = 10 ⁻⁹ m ³ 1 cm ³ = 10 ⁻⁶ m ³
frictionstal	μ		ISO anger μ, (f) enhet är 1

Spänningar och formändringar i plattor, skal och skivor.

Stresses and deformations in plates, shells and discs.

Spänningar och formändringar i fritt upplagd rektangulär platta påverkad av en jämnt fördelad last



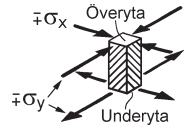
h = plattans tjocklek. F = kraft i varje hörn.

Vid belastning antar plattan dubbelkrökt form med största spänningar och nedböjningar i mitten.

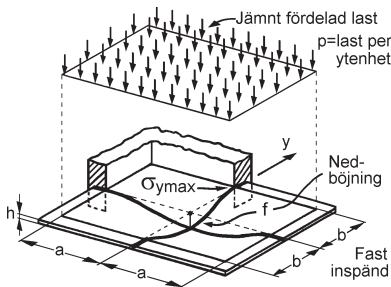
Spänningstillståndet i plattans mitt är tvåaxligt med tryckspänningar i överytan och dragspänningar i underytan. Spänningen i z-riktningen är liten. Den är $-p$ vid överytan, och avtar till 0 i underytan. Uppgifterna gäller under förutsättningen att formändringen är elastisk.

Jämnt fördelad last $p \cdot 2a \cdot 2b$ över rektangulär platta, fritt upplagd längs alla fyra sidorna. Hörnen måste påverkas av krafter F för att plattans sidor ska ligga an mot stödet runt om.

Sidoförhållande	Nedböjning	Spänningar i plattans mitt		Dragkraft i hörn
		σ_x	σ_y	
$\frac{2a}{2b}$	$\frac{f}{pb^4/Eh^3}$	$\frac{\sigma_x}{pb^2/h^2}$	$\frac{\sigma_y}{pb^2/h^2}$	$\frac{F}{pb^2}$
1,0	0,71	$\pm 1,15$	$\pm 1,15$	0,26
1,5	1,35	$\pm 1,20$	$\pm 1,95$	0,34
2,0	1,77	$\pm 1,11$	$\pm 2,44$	0,37
3,0	2,14	$\pm 0,97$	$\pm 2,85$	0,37
4,0	2,24	$\pm 0,92$	$\pm 2,96$	0,38
∞	2,28	$\pm 0,90$	$\pm 3,0$	0,38



Spänningar och formändringar i fast inspänd rektangulär platta påverkad av en jämnt fördelad last



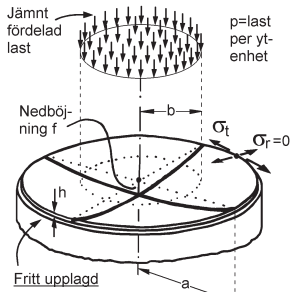
Jämnt fördelad last $p \cdot 2a \cdot 2b$ över rektangulär platta, fast inspänd längs alla fyra sidorna. Den största spänningen uppträder vid inspänningen mitt på den längre sidan $2a$.

Den går i y-riktning och betecknas σ_{ymax}

Sidoförhållande	Nedböjning	Spänningar i plattans mitt		σ_{ymax}
		σ_x	σ_y	
$\frac{2a}{2b}$	$\frac{f}{pb^4/Eh^3}$	$\frac{\sigma_x}{pb^2/h^2}$	$\frac{\sigma_y}{pb^2/h^2}$	$\frac{\sigma_{ymax}}{pb^2/h^2}$
1,0	0,225	$\pm 0,53$	$\pm 0,53$	$\pm 1,24$
1,5	0,394	$\pm 0,48$	$\pm 0,88$	$\pm 1,82$
2,0	0,431	$\pm 0,31$	$\pm 0,94$	$\pm 1,92$
∞	0,455	$\pm 0,30$	$\pm 1,00$	$\pm 2,00$

Krökningen vid inspänningen är den motsatta mot krökningen i mitten. Spänningarna vid inspänningen har då motsatta tecken jämfört med spänningarna i mitten. Vid inspänningen längs sidan $2a$ gäller: $\sigma_x = \nu \cdot \sigma_y$, längs sidan $2b$ gäller: $\sigma_y = \nu \cdot \sigma_x$.

Spänningar och formändringar i fritt upplagd cirkulär platta påverkad av en jämnt fördelad last $p \cdot \pi \cdot b^2$ över en koncentrisk cirkelyta.



Vid belastning antar plattan dubbelkrökt form.

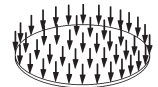
Spänningstillståndet är två-axligt. Huvudspänningarna sammanfaller med radie och tangentriktningarna. De betecknas σ_r och σ_t . I mitten är de lika stora och antar där maximum.

I plattans överyta är det tryckspänningar. I dess underyta är det dragspänningar.

h = plattans tjocklek

a = plattans radie

b = lastens radie



Jämnt fördelad last över ytan $\pi \cdot b^2$ ($b > h/2$)

Nedböjning i mitten $f = 0,682 \left[2,54 - \left(\frac{b}{a}\right)^2 \cdot \left(1,52 + \ln \frac{a}{b}\right) \right] p a^2 b^2 / E h^3$

Spänning i mitten $\sigma_r = \sigma_t = \pm 1,95 \left[0,77 - 0,135 \left(\frac{b}{a}\right)^2 + \ln \frac{a}{b} \right] \cdot p b^2 / h^2$

Spänning vid rand $\sigma_r = 0$ $\sigma_t = \pm 0,525 \left[2 - \left(\frac{b}{a}\right)^2 \right] p b^2 / h^2$

Specialfall $b = a$

$f = 0,7 \cdot p a^4 / E h^3$

$\sigma = \pm 1,24 \cdot p a^2 / h^2$

$\sigma_t = \pm 0,525 \cdot p a^2 / h^2$

Register

A			
Acceleration.....	19, 23		
Acmegängor.....	15		
Aducerjärn översikt.....	49		
Allmänt konstruktionsstål.....	50		
Aluminium-legeringar.....	55		
" -brons.....	57		
Amorf plast.....	59		
Amplitud, utmattning.....	41		
Anvisningsfaktor, ".....	45		
Areor, kvadrat, rekt., cirkel.....	18		
Armeringsstål, översikt.....	50		
Automatstål, översikt.....	52		
Axeldiameter, standard.....	12		
" toleranser ISO.....	10		
Axeln bas ISO toleranser.....	8, 9		
Axeltvärnsnitt med kilspår.....	12		
Axialkast, lägetolerans.....	5		
B			
Basmått, toleranser.....	8		
Belastningsfall, utmattning.....	41		
Bladfjäder.....	32		
Blockskiva.....	21		
Borrdiam. för gängat hål.....	16		
Bredflänsbalk HEA HEB.....	68		
Brinellprov för ythårdhet.....	48		
Brottgräns.....	33, 48		
Brottyckeltal N.....	41		
Bromsar, enkel, summa och.....	20		
differential m band.....	20		
Böjning, belastn.fall.....	25-32		
Böjspänning, maxvärde.....	27		
C			
Celsiuskala, jämf. m andra.....	3		
Centrifugalkraft.....	23		
Centripetalacceleration.....	19		
Centerlesslipad stång.....	61		
Charpy, hejare, pendel, prov.....	48		
Cirkel, linje, sektor, area, segm.....	18		
Cor-Ten -stål.....	55		
Cylinder -area, -ring.....	18		
Cylindricitet, formtolerans.....	5		
Cylindrisk skruvfjäder.....	32		
Cylindriska rörgångor.....	14		
D			
D Alemberts princip.....	23		
Delkristallin plast.....	59		
Densitet.....	70		
Diameter, inner, medel, ytter.....	16		
Diametersymbol.....	10		
DOMEX-stål.....	54		
Domkraft.....	20		
Dragbrottgräns, provning.....	48		
Dragnig, belastn.fall.....	22		
E			
Effekt.....	23		
Elasticitetsmodul E.....	25, 70		
Elastisk knäckning.....	45, 46		
Energi, energiformer, -princip.....	23		
Enheter för storheter.....	2		
Eulerknäckning.....	45, 46		
F			
Fahrenheitskala.....	3		
Fas, beteckning på ritning.....	12		
Finkornstål.....	50		
Fjäderstål, material, formvara.....	53		
Fjädrar av stål.....	32		
Form och läge toleranser.....	5		
Formriktighet.....	5		
Formfaktor, spänningskonc.....	36		
Formvaror.....	61-69		
Fosfatering, ytbehandling.....	16		
Frigående hål för skruvar.....	16		
Friktions -arbete.....	19, 23		
" -tal, -vinkel, -lösning.....	20		
Frilagd kropp, mekanik.....	19		
Fysikaliska data.....	70		
Fästskruv.....	13		
Förångning.....	25, 48		
Förspänning.....	16, 24		
Försänkning för skruvar.....	16		
Förzinking, ytbehandling.....	16		
G			
Gjutstål, tillättna spänn., mtrl.....	33		
Grafisk lösning, mekanik.....	17		
Grekiska alfabetet.....	3		
Grepp, grepppassning.....	8		
Grundämnen, kemiska tecken.....	48		
Gråjärn, tillättna spänn., mtrl.....	33, 49		
Gränsmått, övre, undre.....	10		
Gränsspänning.....	41		
Guldins regler.....	18		
Gängdiametrar, inv., utv., medel.....	13		
Gångor, UNC, UNF och M.....	13		
" för rör, R och KR.....	14		
" för rörelseskr. Acme, TR.....	15		
Gäng -längd, -stigning.....	13-16		
Gängtoleranser.....	15		
H			
Hastighet.....	19		
Hertziska tryck, kontaktryck.....	35		
Hookes lag.....	24		
Huvudspänningar.....	35		
Hållfasthetslära.....	25-44		
Håltoleranser, hålet bas.....	8		
Hälkantryck.....	25, 35		
Hårdhetsprov, HB, HV, HRC.....	48		
Hårdmetall, sintrad.....	58		
Hårdplast.....	59		
Härdbara al-legeringar.....	55, 69		
Hävarm, mekanik.....	17		
I			
I- och IPE-stång, profiler stål.....	65		
Induktionshärdning.....	52		
Initiell utböjning.....	45		
ISO gängprofiler.....	13		
ISO toleranser.....	8-11		
J			
Jämvikt, jämviktsvillkor.....	19		
K			
Kalldraget kilstål.....	12, 61		
Kallåldring, al-legeringar.....	55		
Kaströrelse, -bana, -höjd, -vidd.....	19		
Kemisk sammansättning.....	47		
Kilar, kilspår, kilförband.....	12, 20		
Kil-bredd, -höjd, -längd.....	12		
Kinematik, rörelselära.....	19		
Kinetik, kraft, massa, accelerat.....	23		
Knäckning, knäcklängd.....	45		
Komprimerad axel.....	61		
Komposant, mekanik.....	19		
Kon, stympad kon.....	18		
Koncentricitet, koaxialitet.....	5		
Konisk skruvfjäder.....	31		
Konsolbalk.....	28		
Konstruktionsstål.....	50		
Kontaktryck.....	35		
Kopparlegeringar.....	56		
Kraftparallelogram, mekanik.....	17		
Kraftpar, kraftpolygon.....	17		
Kritiskt varvtal.....	24		
Kub, kvadrat.....	18		
Kål, rundad, rak, kälradie.....	12		
Kälverkan, kälradie.....	36-38		
Kättingstål.....	51		
L			
Lastintensitet q.....	29		
Likflänsig vinkelstång.....	62		
Linlyftblock.....	21		
Linpolyon.....	17		
Lägesenergi.....	19		
Lägerriktighet, tolerans.....	5		
Längdutvidgningskoefficient.....	70		
M			
Magnesiumlegeringar.....	57		
Masströghetsmoment.....	22		
Maskinstål.....	52		
Materialbeteckning.....	47		
Materialstandard, SS-EN, MNC.....	47		
Mekaniskt arbete, energi.....	19, 23		
Mekanisk provning.....	48		
Mellanpassning.....	8		
Metrisk gängor.....	16		
Mittspänning, dynamisk last.....	41		
Moment, kraft.....	12, 17		

" funktioner, hållf.lära	29	Rödmetall	57	Tröghetskraft, moment	22, 23
Muttrar, höjd, nyckelvidd	16	S		Tröghetsmoment	22, 23, 27
Mässing, CuZn-legeringar	56	Sammansatt hållfasthet	25	Tröghetsradie	22, 45
Måtlängd, dragprovning	48	Seghärdningsstål	52	Tryck	25, 35
N		Segjärn	49	Tryckkärnsstål	50
Navtvårsnitt, -hål, tolerans	12	Självhämningvillkor	20	Tvåaxligt spänningstillstånd	35
Normalacceleration	19	Skivor, lastfall	39	Tvårskjuvning	34
Normalkraft	19	Skjuvmodul G	24, 70	Tyngdpunkt	18, 27
Normalspänning	24	Skrivar	16	Töjning, -mätning	25, 35
Nominell spänning	36, 43	Skruvstål	51	U	
Nitrerstål, ythärdat stål	52	Slagprovning, slagseghet	48	Undre sträckgräns	48
Nyckelvidd, skruvar, muttrar	16	Slankhetstal	45, 46	Unifidgång, UNC, UNF	13
O		Spänningsarea, skruvar	16	Utböjning	29
Olikflänsig vinkelstång	63	Spänningskvot dynamisk last	41	Utmattning, provning, provstav,	41
Omkrets, geometri	18	Spänningsvidd	42	" brottgräns	
Omslutningsvinkel	20	Spänningstillstånd, en, två,	24, 35	U-balk, UNP, UPE och USP	64
		och tre axliga	24, 35	V	
P		Spänningar, normal, tangential	24	Varmhållfasta stål	54
Parallellitet	5	Statik, jämvikt	19	Varmvalsade stänger	62-68
Parallelltrapets	18	Statiskt moment	25, 27	Varmåldring	55
Passningssystem	8	Statiskt obestämda balkar	31	Verkningsgrad	19, 20, 21
Pendel, matemat., fysisk	23	Steiners sats	22, 27	Verkningslinje	17
Planing för skruvar	16	Stjälpning, säkerh. mot stjälpn	23	Verktogsstål	53
Plant spänningstillstånd	25, 35	Strängpressade stänger i al-leg.	69	Vickersprov HV	48
Planhet, formtolerans	5	Sträckgräns	33, 48	Vinkelacceleration	19, 23
Plast, benämningar, mtrldata	59-60	Sträckkraft, skruvar	16	Vinkelenheter	19
" identifiering	60	Stål för härdning	52	Vinkelhastighet	19
Plattor, lastfall	39, 40	Stål för tunnplåt, pressn., falsn.	54	Vinkel -riktighet, -räthet	5
Plattstång	38, 61	Stöt	23	Vinkelstång	62, 63, 69
Plåt, format, tjocklek	61	Stöttal, utmattning	44	Vinkeländring	24, 29
Poissons tal, materialkonstant	24	Svetsbeteckningar	6, 7	Volym, kub, prisma, pyramid,	18
Potentiell energi	23	Svängningstid	23	kon, cylinder	
Profilriktighet, formtolerans	5	T		Vridmotstånd, tröghetsmom. ..	26, 28
Provstav, provn., temp.	48	Tangential -kraft	19	Vridmoment, mek.	12
Punktlast, koncentrerad	29	" -spänning	27	Vridning, hållf.lära	25, 26
Pyramid, prisma	18	Temperkol	49	Värmeledningsförmåga	70
R		Termoplast	59	Värmspänning	25
Radialkast, lägetolerans	5	T-stång, profil	65	Växlande belastning	41
Radian, matem. vinkelenhet	19	Tennbrons	57	W	
Rakhet, formtolerans	5	Tillåten spänning, järn, stål	34	Whitworth gängprofil	14
Rektangel	18	" " kontaktryck	35	Wöhlerdiagram, utmattning	40
Resistivitet, el	70	" " knäckning	46	Y	
Resttöjningsgräns, mtrlprov.	48	" " utmattning	43, 44	Ytbehandling	16
Resultant, krafter	17	Titanlegeringar	58	Ytfaktor	42
Ringfjäder	32	Toleranser, hål, axel, diam.	8-11	Ytjämnhet	4
Rockwellprov HRC	48	Tolerans -vidd, -läge, -grad	10	Z	
Rosettgivare, töjningsmät.	35	" -måttsättning	10	Zinklegering	58
Rostfritt stål	53	Toleranser form och läge	5	" radie, fas, vinkelmått	9
Rotation, mekanik	19, 23	Torsionspendel	22	Torsionsstäv	32
Rullningsmotstånd	23	Torusring A, V och J	18, 22	Translation, mekanik	19, 23
Rundhet, formtolerans	5	Trapets -gång	15	Trapets -gång	15
Rundstång	38, 61	" -last	30	Triangel-area	18
Rör, runda	61	" -last	29	" -last	29
" rektangulära, kvadr.	66, 67				
" gängor, cylindr., koniska	14				
Rörelsemängdsmoment	23				
Rörelseenergi	23				

INNEHÅLL	Sida
Storheter och enheter	2
Ytjämnhet	4
Form och lägetoleranser	5
Svetsbeteckningar	6
Toleranser	8
Kilförband	12
Transmissionsaxlar	12
Gängor	13
Skruvar	16
Mekanik	17
Bandbromsar	20
Linlyftblock	21
Masströghetsmoment	22
Hållfasthetslära	24
Yttröghetsmoment	26
Balkböjning	29
Fjädrar	32
Tillåtna spänningar	33
Plana spänningstillstånd	35
Kontakttryck	35
Formfaktor K, vid spänningskoncentrationer	36
Utmattningsberäkningar	41
Knäckningsberäkningar	45
Materialdata	47
Balktabeller	61
Fysikaliska data	70

Av förlaget utgivna böcker:

- **Hållfasthetslära för teknologi och konstruktion**
- **Elementär mekanik**
- **Elektriska drivsystem för maskiningenjörer**

Karl Björks Förlag HB

Uppgårdsvägen 50, 163 52 Spånga

Tel: 070 59 42 317

E-post: info@bjorksforlag.se

Web: www.bjorksforlag.se